肉鸡福利评价指标研究进展

孙永波　王　亚　萨仁娜*　张宏福

（中国农业科学院北京畜牧兽医研究所，动物营养学国家重点实验室，北京 100193）

摘　要：随着高密度、集约化畜牧业的发展，动物福利问题不容乐观，严重制约了我国畜牧业的发展。这种以牺牲动物福利为代价的生产，对家禽的生长造成了不良的生理和心理反应，导致呼吸道疾病、腹水症等的爆发，降低了生产性能、经济效益和产品质量。近年来，各国对动物福利问题日益重视。本文通过总结和分析肉鸡福利评价的指标，旨在为我国家禽福利评价体系的建立提供理论依据，提高肉鸡养殖福利水平，推动畜牧业的健康发展。

关键词：肉鸡；福利；评价指标

中图分类号：S831　　文献标识码：　　文章编号：

随着肉鸡集约化养殖的发展，肉鸡的健康与福利问题越来越突出。高温、低湿、粉尘、有害气体、致病菌、高饲养密度等导致家禽腹水症、呼吸道疾病和足垫皮炎等疾病，严重影响家禽的福利水平[1-3]。动物福利是指动物精神和生理双方面的健康[4]。通过长期不断的探索与实践，美国以及欧盟等国家逐渐形成了一套完善的动物福利评价体系，并得到广泛的实践和认可[5-7]。而我国动物福利的研究还处于起步阶段，开展家禽福利研究能够改善家禽的生长环境，生产出优质的肉产品，提高畜产品在国际市场中的竞争力，促进畜牧业健康养殖的发展。近年来，家禽福利问题逐渐得到人们的重视，有关肉鸡福利的影响因素和改善措施也有较多的研究报道。但是，目前我国家禽福利的评估方法还没有统一的标准，家禽福利评价指标和综合评价体系有待进一步研究。本文通过综述家禽福利评价的多种指标，以期为我国动物福利评价体系标准的制订提供理论依据，对家禽福利的综合评价和畜牧业健康养殖的发展意义重大。

收稿日期：2017-05-09

基金项目：国家重点研发计划（2016YFD0500509）；现代农业产业技术体系建设专项资金(CARS-42)；中国农业科学院科技创新工程（ASTIP-IAS07）

作者简介：孙永波（1991—），男，山东广饶人，硕士研究生，动物营养与饲料科学专业。

E-mail: ybsun2014@163.com

*通信作者：萨仁娜，副研究员，硕士生导师，E-mail: sa6289@126.com

1　家禽福利概述

近年来，动物福利逐渐得到科研人员、养殖人员以及消费者的重视[8]。提高动物福利水平，能够降低呼吸道疾病、腹水症等的发病率，促进动物的健康生长，改善畜禽产品质量，提高经济效益[9]。动物福利的概念多种多样并且在不断的发展变化，简单来说就是动物在无任何痛苦、疾病、异常行为和紧张的舒适状态下生理和心理健康生长发育[10]。动物作为一种生命，不仅具有各种感觉功能，而且还有丰富的情感，需要基本的饮食、饮水，也需要适宜的活动空间和生活环境[11-12]。目前国际上一致认同动物福利分为生理和心理福利，主要包括免受饥渴、生活舒适、免受伤害和疾病、免受紧张和恐惧的自由以及正常行为的自由[13-15]。动物福利的目的是让动物健康、快乐的生长，其实质就是善待动物，为其提供舒适的饲养环境、完善的营养以及人性化的饲养管理[16]。然而在饲养生产过程中，饲养管理、环境指标、营养、运输以及屠宰等因素均会影响家禽的福利状况，导致生产性能下降。研究表明，畜禽的生理及心理状态可通过畜禽的一系列生理状况、行为表现、免疫功能和生产性能等直接或间接表现出来[17]。因此，可以通过行为指标、生理指标、免疫指标等来评价动物的健康和福利状况。评估家禽的福利主要有 4 个原则：良好的饲养（good feeding）、良好的禽舍（good housing）、良好健康（good health）和行为正常（appropriate behavior）[18-19]。目前，评估福利的系统方法主要包括 2 个方面，一是对动物的健康状况进行评价，二是对动物生存环境的评价[20]。只有对家禽福利进行科学、客观和全面的评价，了解家禽的健康状况，才能及时改善环境和营养，促进肉鸡健康生长，对健康养殖的发展意义重大。

2　肉鸡福利评价指标

2.1　肉鸡行为

动物行为是动物机体应对环境的表现，能够及时反映动物的自身健康状况[21]。因此，肉鸡行为是评价肉鸡健康和福利的有效指标[22]。肉鸡的行为主要分为状态性行为（站立、趴卧、走动、采食、饮水和修饰等）和事件性行为（啄物、沙浴和啄羽等）[23]。在舒适的环境和良好的营养条件下，肉鸡的生理和心理需求得到满足，会通过各种行为表现出愉悦和满足之感[24]。然而，随着高密度、集约化养殖的发展，肉鸡的正常行为得不到表达，表现出许多异常行为[25]。通过在鸡舍内安装监控摄像头进行远距离观察，记录肉鸡的各种行为，既不会对试验肉鸡造成干扰应激，又能客观反映出肉鸡的行为表现和福利状况。Mack 等[26]

研究报道，热应激（32.6 ℃）显著增加了鸡的展翅和休息行为，而采食和运动行为减少。胡春红等[27]通过红外录像机记录肉鸡的行为，发现 30 ℃热应激导致肉鸡的休息行为发生显著变化，显著降低肉鸡坐着休息的行为，显著增加俯伏休息的行为。李东卫等[28]研究报道，鸡舍内氨气浓度为 50 mg/kg 时显著降低肉鸡趴卧持续时间，当氨气浓度达到 80 mg/kg 时显著增加肉鸡站立的次数和持续时间以及走动的次数，显著降低肉鸡趴卧持续时间。以上研究表明，通过观察和统计肉鸡的行为，可以反映肉鸡的福利状况。

紧张性静止行为(tonic immobility，TI)是肉鸡在受到外界不良应激时，自身出现心跳和呼吸加速、肌肉瘫痪、全身静止不动的一种现象[29]。TI 的持续时间是用于评价家禽恐惧感的指标，肉鸡越恐惧，静止的时间越长[30-31]。在一个安静的、光线较暗的房间内进行 TI 测试，测量方法参照 Wang 等[32]或者赵子光[25]的方法，TI 值越高说明肉鸡的恐惧感越高[33]。Tanaka 等[34]研究发现，增加环境的富集性能够降低家禽的恐惧感。姜旭明等[10]研究报道，栖架组、玩具组肉鸡的 TI 持续时间显著降低，表明提高环境的富集性能够降低肉鸡的恐惧感，提高肉鸡福利水平。综上，TI 能够在一定程度上反映肉鸡的福利水平。此外，避免距离测试（avoidance distance test）能够用来评价动物和人的关系，具体操作参考 Graml 等[35]的方法，通过动物接近或远离人的表现间接反映动物的福利水平[36]。根据肉鸡的逃避距离和逃避率分为以下评分标准[37]：逃避距离为 0~30 cm：逃避率大于 40%，得 1 分，逃避率小于 40%，得 10 分；逃避距离为 30~60 cm：逃避率大于 50%，得 4 分，逃避率小于 50%，得 7 分；逃避距离为 60~80 cm：逃避率大于 60%，得 0 分，逃避率小于 60%，得 4 分。

2.2 羽毛质量

肉鸡的羽毛既能够保温，又能够防御灰尘、病菌等物质，其质量可以间接反映肉鸡的舒适度以及福利状况[38]。家禽羽毛损伤时会诱发其他个体参与啄羽和攻击行为，降低生产性能，影响自身福利水平[39]。羽毛状况（包括胸部、背部、翅膀、尾部等）一般分为 4 个等级[40-41]：羽毛大范围损伤（损失面积占 1/3 以上）得分为 1 分；身体部分羽毛脱落（损失面积占 50%）得分为 2 分；羽毛有较少损伤（损失面积占 1/3 以下）得分为 3 分；羽毛完整无损得分为 4 分。

2.3 骨骼发育

随着遗传育种技术的发展，肉鸡出栏日龄逐渐缩短，生长速度显著加快，导致肉鸡的体

重超过了骨骼所能承受的压力，腿部的负担过重，骨骼生长变形，妨碍肉鸡的正常活动和采食，降低肉鸡的福利水平[42]。因此，肉鸡骨骼的发育状况是评价肉鸡福利的重要指标。

肢体不对称性（fluctuating asymmetry，FA）是指将两侧完全对称的性状相比微小随机的定向偏差[16,43]。FA 是评价环境状况和遗传应激的行为学参数，同时也是评价肉鸡福利和舒适度的重要指标，能够反映家禽在一定环境条件下的生长状况。FA 值越大说明家禽的生长环境越差，福利水平越低[24]。

步态评分（gate scoring，GS）是评估肉鸡腿部健康和行走能力的一种方法，已经得到广泛的应用和认可[44]。Garner 等[45]将步态评分分为 6 个分值：步态正常得分为 0 分；步态稍显迟钝、缓慢得分为 1 分；步态较迟缓得分为 2 分；步态异常程度中等严重的得分为 3 分；步态严重异常、只能移动几小步得分为 4 分；完全不能走动得分为 5 分。姜旭明[33]研究报道，网上饲养组步态评分主要集中在 2 分和 3 分，而散养显著降低了肉鸡的步态评分，表明散养肉鸡得到充分的运动，有利于骨骼的生长发育。

跗关节损伤是肉鸡跗关节部位发生皮炎和骨骼变形，严重时出现皮肤溃烂结痂和跗关节肿胀。跗关节损伤评分（elbow damage score）设 5 个分值[7]：跗关节健康无任何损伤及溃疡、炎症的为 0 分；有小点红斑损伤及炎症的为 1 分；跗关节损伤稍大，损伤面积直径约在 0.1~0.5 cm 的为 2 分；跗关节炎症及损伤很明显，较严重，损伤面直径为 1 cm 左右的为 3 分；跗关节损伤很严重，损伤面直径大于 2 cm 的为 4 分（图 1）。孟丽辉等[46]研究报道，氨气浓度为 75 和 50 mg/kg 时，肉鸡的跗关节评分显著升高，表明氨气应激加剧跗关节损伤，不利于骨骼的生长发育。







图 1　跗关节损伤

Fig.1　Elbow damage[7]

此外，脚垫损伤导致肉鸡脚部和腿部疼痛，严重影响了肉鸡的健康和福利[29]。脚垫皮炎（foot pad dermatitis）是一种肉脚底部的皮肤炎症，轻者脚底皮肤发生变色，出现病疽黑点，严重时脚部皮下组织出现溃疡。脚垫损伤评分（foot pat damage score）设置 5 个分值[47]：

脚垫清洁干净，无任何损伤及溃疡、炎症的为 0 分；有星点损伤及炎症的为 1 分；脚垫损伤稍大，损伤面直径为 0.1~0.5 cm 的为 2 分；脚垫炎症及损伤很明显，较严重，损伤面直径为 1 cm 左右的为 3 分；脚垫炎症很严重，损伤面直径大于 2 cm 的为 4 分（图 2）。

图 2　脚垫损伤

Fig.2　Foot pat damage[47]

2.4　肠道微生物

家禽肠道微生物与宿主之间相互作用形成动态平衡的微生态系统，在防御致病菌、提高免疫功能等方面具有重要的作用。盲肠微生物生长状况是家禽肠道健康和福利的重要评价指标。彭骞骞等[48]研究报道，31 ℃持续偏热处理降低肉鸡盲肠菌群多样性，抑制 *Ruminococcus faecis* 和 *Faecalibacterium prausnitzii* 的定植，促进 *Lutisporathermophila* 的生长。Tuyttens 等[49]研究报道，肉鸡盲肠内的乳酸杆菌数可以作为一个健康参数来评价肉鸡福利。以上研究表明，肠道微生物能够在一定程度上反映家禽的健康和福利状况，其具体的评价方法和标准有待进一步的研究和讨论。

2.5　血液指标

测定血液、羽毛或粪便皮质酮(corticosterone，CORT)含量可以作为一种评价肉鸡福利的方法[50]。苏红光等[51]研究报道，35 ℃热应激显著提高肉鸡粪便 CORT 含量。异噬白细胞/淋巴细胞是下丘脑–垂体–肾上腺（HPA）系统活性指示指标，也是动物非特异性应激反应指标[52]。环境不良、营养不足、运输等应激因素都可能引起异嗜性粒细胞/淋巴细胞（heterophil/lymphocyte，H/L）的增加[10]。当肌肉剧烈运动或发生损伤时肌细胞膜功能和通透性受到破坏，肌氨酸激酶（creatine kinase，CK）会释放到血液中，其是骨骼肌损伤的标志，是动物受到应激的重要特征之一，因此可以作为肉鸡福利的评价指标[53]。家禽在受到应激、感染的早期，一些血浆蛋白的含量会发生相应的变化，这些发生变化的蛋白质统称为急性期反应蛋白(acute phase reaction，APR)。其中 C-反应蛋白(C-reactive protein，CRP)含量是反映感染的一项敏感指标，可作为检测家禽健康与福利状况的有效指标[54]。此外，免疫

球蛋白含量能够反映机体的免疫功能，一定程度上可反映肉鸡的福利水平。

2.6 环境福利

畜禽舍环境的好坏直接关系到动物的健康和福利，进而影响畜禽产品的质量。在肉鸡生产过程中，与肉鸡福利有关的环境因素主要包括：温湿度、空气质量、垫料质量、光照等[55]。不良的环境会影响肉鸡的健康，降低肉鸡的福利水平，甚至造成肉鸡死亡。因此，环境质量也是评价肉鸡福利的重要指标。

雏鸡的适宜生长温度为 32~35 ℃，每天根据雏鸡的反应逐渐降低，一般到 21 日龄时维持在 26~27 ℃。温度过高或过低会使肉鸡产生热应激或冷应激，导致肉鸡呼吸加快或扎堆现象。温度的评估根据肉鸡的反应分 5 个标准[9]：无热喘息或扎堆现象得分为 0 分；热喘息或扎堆百分比小于 20%得分为 1 分；热喘息或扎堆百分比为 50%得分为 2 分；热喘息或扎堆百分比大于 50%得分为 3 分；全部表现为热喘息或扎堆得分为 4 分。

空气质量是环境质量的重要指征，空气中氨气、硫化氢、二氧化碳浓度是评价空气质量的常用指标。评价指标如表 1 所示。

表 1 鸡舍空气质量评价

Table 1 Evaluation of air quality of poultry house[37]

指标 Indexes	评价标准 Evaluation standard
粉尘浓度 Dust concentration	小于等于 1.00 mg/m^3，得 10 分；1.00~2.00 mg/m^3，得 7 分；2.00~3.00 mg/m^3，得 4 分；3.00~4.00 mg/m^3，得 1 分；大于 4.00 mg/m^3，得 0 分。
氨气浓度 NH_3 concentration	小于等于 1.00 mg/kg，得 10 分；1.00~3.00 mg/kg，得 7 分；3.00~6.00 mg/kg，得 4 分；6.00~9.00 mg/kg，得 1 分；大于等于 10 mg/kg，得 0 分。
二氧化碳浓度 CO_2 concentration	小于等于 700 mg/kg，得 10 分；700~800 mg/kg，得 7 分；800~900 mg/kg，得 4 分；900~1 000 mg/kg，得 1 分；大于 1 000 mg/kg，得 0 分。
硫化氢浓度 H_2S concentration	小于 0.00 mg/kg，得 10 分；0~0.50 mg/kg，得 7 分；0.50~1.00 mg/kg，得 4 分；1.00~1.50 mg/kg，得 1 分；大于 1.50 mg/kg，得 0 分。

此外，禽舍空气中微生物的种类和含量是环境质量的重要指标。禽舍内大肠杆菌、金黄色葡萄球菌等微生物能够通过肉鸡呼吸道侵入机体，使其发生气管炎或支气管炎，侵入肺泡的微生物可引发肺炎，严重危害动物健康和福利[16]。常用指示微生物（大肠杆菌、溶血性葡萄球菌、魏氏梭菌等）来表示禽舍内微生物状况[43]。气载细菌内毒素是空气中生物气溶

胶的重要组成部分，进入机体后会对人和动物产生许多毒害作用，严重威胁动物健康和福利[16,56]。

垫料质量也是影响家禽福利的重要因素之一，家禽长期接触潮湿的垫料容易引发关节炎、胸囊肿、足垫炎等疾病[57]。光照同样影响肉鸡福利，研究报道，光照影响鸡的行为和腿部健康等[58]。有关垫料质量、光照等因素的评价还有待进一步研究。

3 其他指标

甄龙等[59]研究发现，肉鸡每日水料比与环境温度、肉鸡体核温度、呼吸频率呈极显著相关关系，表明肉鸡水料比反映不同温度下肉鸡的冷热程度，能够作为偏热环境下肉鸡热舒适福利评价的指标。体温（体核温度和表皮温度）和呼吸频率常用来评价肉鸡湿、热等环境下的福利状况。周莹等[60]研究报道，递增性偏热环境下，85%相对湿度（RH）组肉鸡的呼吸频率和体核温度显著高于 60% RH。通过摘取肉鸡的眼球，测量其横径、直径和重量，能够了解眼球的发育情况，间接反映肉鸡的福利情况。Jensen 等[61]研究报道，持续光线照射导致鸡的眼球体积增大、重量增加。Deep 等[62]研究发现，1 lx 组肉鸡的眼球重量和体积显著高于 10、20 和 40 lx 组。研究表明，动物的声音能够表达丰富的信息，并且与受到的外部刺激、饥渴等条件有一定的相关性，能够在一定程度上反映其自身机体状况及对环境的应激情况，因此，发声评价是动物福利的一个参考指标[63-64]。此外，生产性能也能在一定程度上反映家禽的福利状况[65]。动物福利水平低导致动物行为活动异常，消耗大量能量，降低饲料转化效率和日增重。呼吸道疾病、腹水症等会降低家禽的福利水平，有些疾病甚至引起家禽死亡[66]，因此，传染病的发病率和死亡率也是评价动物福利的重要指标。

4 小 结

目前，动物福利评价的标准多种多样，但是各个标准之间并不一致，评价方法也比较片面。随着科学技术的发展，应该积极探索省时省力和易于操作的肉鸡福利评价敏感指标。综合考虑这些指标，建立一套科学、客观、全面的适合我国畜牧业的动物福利评价体系。此外，还要强化和完善我国的动物福利法律、法规，提高养殖人员的动物福利意识，并从营养、环境、饲养方式和日常管理等多方面改善动物福利，促进健康养殖的发展。

参考文献：

[1] CAULFIELD M P,CAMBRIDGE H,FOSTER S F,et al.Heat stress:a major contributor to

poor animal welfare associated with long-haul live export voyages[J].The Veterinary Journal,2014,199(2):223–228.

[2] DAVID B,MEJDELL C,MICHEL V,et al.Air quality in alternative housing systems may have an impact on laying hen welfare.Part Ⅱ—Ammonia[J].Animals,2015,5(3):886–896.

[3] DAVID B,MOE R O,MICHEL V,et al.Air quality in alternative housing systems may have an impact on laying hen welfare.Part Ⅰ—Dust[J].Animals,2015,5(3):495–511.

[4] BROOM D M.Indicators of poor welfare[J].British Veterinary Journal,1986,142(6):524–526.

[5] DE JONG I C,HINDLE V A,BUTTERWORTH A,et al.Simplifying the welfare quality® assessment protocol for broiler chicken welfare[J].Animal,2016,10(1):117–127.

[6] RODENBURG T B,TUYTTENS F A M,DE REU K,et al.Welfare assessment of laying hens in furnished cages and non-cage systems:assimilating expert opinion[J].Animal Welfare,2008,17(4):355–361.

[7] 孟丽辉,张晓迪,卢庆萍,等.复合芽孢杆菌制剂对肉鸡福利的影响[J].家畜生态学报,2013,34(11):31–36.

[8] MARTELLI G.Consumers' perception of farm animal welfare:an Italian and European perspective[J].Italian Journal of Animal Science,2009,8(1S):31–41.

[9] 付文艳.白羽肉鸡养殖福利状况的调查及慢性应激对肉鸡骨骼肌生长的影响[D].硕士学位论文.南京:南京农业大学,2013.

[10] 姜旭明,卢庆萍,张宏福,等.环境富集材料对肉鸡福利指标的影响[J].家畜生态学报,2009,30(2):72–77.

[11] MOURA D J,NÄÄS I A,PEREIRA D F,et al.Animal welfare concepts and strategy for poultry production:a review[J].Revista Brasileira de Ciência Avícola,2006,8(3):137–147.

[12] 郭盈盈.笼养方式和应激对蛋鸡生产性能和福利状态的影响[D].硕士学位论文.泰安:山东农业大学,2010.

[13] PHILLIPS C.Animal welfare:a construct of positive and negative affect[J].Veterinary Journal,2008,175(3):291–292.

[14] HOVI M,SUNDRUM A,THAMSBORG S M.Animal health and welfare in organic livestock

production in Europe:current state and future challenges[J].Livestock Production Science,2003,80(1/2):41–53.

[15] 方瑞,敖长金,刘美丽,等.肉鸡生产中的福利问题[J].家畜生态学报,2009,30(3):101–104.

[16] 秦梅.养殖环境生物应激因素对肉鸡福利状况和生产性能的影响[D].硕士学位论文.泰安:山东农业大学,2010.

[17] 顾宪红.畜禽福利与畜产品品质安全[M].北京:中国农业科学技术出版社,2005.

[18] BUTTERWORTH A,ARNOULD C,NIEKERK T F V,et al.Welfare quality®,assessment protocol for poultry (broilers,laying hens)[M].Lelystad,Netherlands:Welfare Quality® Consortium,2009.

[19] 马子力.牛磺酸促进蛋鸡健康养殖的应用研究[D].硕士学位论文.南京:南京农业大学,2013.

[20] 顾宪红,李升生.现代养猪生产中的福利问题[C]//猪营养与饲料研究进展——第四届全国猪营养学术研讨会论文集.北京:中国农业科学技术出版社,2003:413–423.

[21] 孙忠超,贾幼陵.论动物福利科学[J].动物医学进展,2014,35(12):153–157.

[22] DAWKINS M S.Using behaviour to assess animal welfare[J].Animal Welfare,2004,13(1):3–7.

[23] 苏红光.肉鸡舒适温度评价指标的研究[D].硕士学位论文.北京:中国农业科学院,2014.

[24] 邹剑敏.家禽福利的研究进展[J].中国畜牧兽医,2010,37(10):232–237.

[25] 赵子光.饲养方式对肉鸡福利状况的影响[D].硕士学位论文.哈尔滨:东北农业大学,2011.

[26] MACK L A,FELVER-GANT J N,DENNIS R L,et al.Genetic variations alter production and behavioral responses following heat stress in 2 strains of laying hens[J].Poultry Science,2013,92(2):285–294.

[27] 胡春红,张敏红,冯京海,等.偏热刺激对肉鸡休息行为、生理及生产性能的影响[J].动物营养学报,2015,27(7):2070–2076.

[28] 李东卫,卢庆萍,白水莉,等.模拟条件下鸡舍氨气浓度对肉鸡生长性能和日常行为的影响[J].动物营养学报,2012,24(2):322–326.

[29] 姜永彬.福利饲养技术对肉仔鸡生产性能和福利状态的影响[D].硕士学位论文.泰安:山东

农业大学,2010.
[30] RIEDSTRA B,GROOTHUIS T G.Early feather pecking as a form of social exploration:the effect of group stability on feather pecking and tonic immobility in domestic chicks[J].Applied Animal Behaviour Science,2002,77(2):127–138.
[31] 李蕾.白羽肉鸡福利饲养技术研究[D].硕士学位论文.泰安:山东农业大学,2014.
[32] WANG S,NI Y D,GUO F,et al.Effect of corticosterone on growth and welfare of broiler chickens showing long or short tonic immobility[J].Comparative Biochemistry and Physiology Part A:Molecular & Integrative Physiology,2013,164(3):537–543.
[33]姜旭明.不同福利条件对肉鸡生产性能和肉质性状的影响[D].硕士学位论文.武汉:华中农业大学,2008.
[34] TANAKA T,OZAKI T,WATANABE T,et al.Effects of perches on behavior and performance of caged hens[J].Japanese Poultry Science,1993,30(3):183–189.
[35] GRAML C,NIEBUHR K,WAIBLINGER S.Reaction of laying hens to humans in the home or a novel environment[J].Applied Animal Behaviour Science,2008,113(1/2/3):98–109.
[36] WINDSCHNURER I,BOIVIN X,WAIBLINGER S.Reliability of an avoidance distance test for the assessment of animals' responsiveness to humans and a preliminary investigation of its association with farmers' attitudes on bull fattening farms[J].Applied Animal Behaviour Science,2009,117(3/4):117–127.
[37] 王强,童海兵,邵丹,等.浅析肉鸡福利养殖质量评分体系[J].中国家禽,2016,38(8):69–72.
[38] HUBER-EICHER B,WECHSLER B.The effect of quality and availability of foraging materials on feather pecking in laying hen chicks[J].Animal Behaviour,1998,55(4):861–873.
[39] KEELING J L.Social behavior in farm animals[M].Wallingford:CABI Publishing,2001.
[40] ONBAŞILAR E E,AKSOY F T.Stress parameters and immune response of layers under different cage floor and density conditions[J].Livestock Production Science,2005,95(3):255–263.
[41] HINRICHSEN L K,RIBER A B,LABOURIAU R.Associations between and development of welfare indicators in organic layers[J].Animal,2016,10(6):953–960.

[42] 姜旭明.不同福利条件对肉鸡生产性能和肉质性状的影响[D].硕士学位论文.武汉:华中农业大学,2008.

[43] 张明亮.养殖环境生物应激因素对肉鸭生产性能和免疫功能及福利状况的影响[D].硕士学位论文.泰安:山东农业大学,2012.

[44] DAWKINS M S,DONNELLY C A,JONES T A.Chicken welfare is influenced more by housing conditions than by stocking density[J].Nature,2004,427(6972):342–344.

[45] GARNER J P,FALCONE C,WAKENELL P,et al.Reliability and validity of a modified gait scoring system and its use in assessing tibial dyschondroplasia in broilers[J].British Poultry Science,2002,43(3):355–363.

[46] 孟丽辉,李聪,卢庆萍,等.不同氨气浓度对肉鸡福利的影响[J].畜牧兽医学报,2016,47(8):1574–1580.

[47] BILGILI S F,ALLEY M A,HESS J B,et al.Influence of age and sex on footpad quality and yield in broiler chickens reared on low and high density diets[J].The Journal of Applied Poultry Research,2006,15(3):433–441.

[48] 彭骞骞,王雪敏,张敏红,等.持续偏热环境对肉鸡盲肠菌群多样性的影响[J].中国农业科学,2016,49(1):186–194.

[49] TUYTTENS F,HEYNDRICKX M,DE BOECK M,et al.Broiler chicken health,welfare and fluctuating asymmetry in organic versus conventional production systems[J].Livestock Science,2008,113(2/3):123–132.

[50] MORMÈDE P,ANDANSON S,AUPÉRIN B,et al.Exploration of the hypothalamic-pituitary-adrenal function as a tool to evaluate animal welfare[J].Physiology and Behavior,2007,92(3):317–339.

[51] 苏红光,张敏红,冯京海,等.粪便皮质酮代谢产物含量作为一项肉鸡热舒适非侵入指标的研究[J].动物营养学报,2014,26(6):1563–1569.

[52] ALM M,TAUSON R,HOLM L,et al.Welfare indicators in laying hens in relation to nest exclusion[J].Poultry Science,2016,95(6):1238–1247.

[53] 白水莉.饲养密度和环境富集材料对肉鸡福利状况、生产性能和肉品质的影响[D].硕士学

位论文.扬州:扬州大学,2009.

[54] 许美芳,李永明,徐子伟.急性期蛋白及其用于动物健康状态的评价[J].家畜生态学报,2010,31(3):76–79.

[55] BESSEI W.Welfare of broilers:a review[J].World's Poultry Science Journal,2006,62(3):455–466.

[56] 张彬.狐狸场环境气载内毒素和细菌气溶胶的检测[D].硕士学位论文.泰安:山东农业大学,2007.

[57] 邵丹,贺姣,王强,等.垫料厚度对黄羽肉鸡生产性能、免疫器官指数、血清生化指标和福利状况的影响[J].动物营养学报,2014,26(8):2357–2364.

[58] 华登科.不同光照强度和日粮营养水平对北京油鸡生产性能、肉品质及福利的影响[D].硕士学位论文.扬州:扬州大学,2014.

[59] 甄龙,张少帅,石玉祥,等.水料比作为偏热环境肉鸡热舒适评价指标的研究[J].动物营养学报,2015,27(6):1750–1758.

[60] 周莹,张敏红,冯京海,等.相对湿度对递增性偏热环境下肉鸡体热调节及下丘脑热休克蛋白 70 含量的影响[J].动物营养学报,2017,29(1):60–68.

[61] JENSEN L S,MATSON W E.Enlargement of avian eye by subjecting chicks to continuous incandescent illumination[J].Science,1957,125(3251):741.

[62] DEEP A,SCHWEAN-LARDNER K,CROWE T G,et al.Effect of light intensity on broiler production,processing characteristics,and welfare[J].Poultry Science,2010,89(11):2326–2333.

[63] 李志忠,滕光辉.基于改进 MFCC 的家禽发声特征提取方法[J].农业工程学报,2008,24(11):202–205.

[64] 李志忠,滕光辉.基于发声信息的动物福利评价研究现状[C]//2005年中国农业工程学会学术年会论文集.广州:中国农业工程学会,2005:446–450.

[65] 方瑞.持续外界高温对肉鸡生长、福利状况、肉品质的影响及其调控措施研究[D].硕士学位论文.呼和浩特:内蒙古农业大学,2009.

[66] 全国畜牧总站体系建设与推广处.家禽福利现状及评价体系[J].中国畜牧业,2015(4):37–40.

Research Progress on Evaluation Indexes of Broiler Welfare

SUN Yongbo　WANG Ya　SA Renna*　ZHANG Hongfu

(*State Key Laboratory of Animal Nutrition, Institute of Animal Science, Chinese Academy of Agricultural Science, Beijing* 100193, *China*)

Abstract: With the development of high density and intensive animal husbandry, animal welfare issues is not optimistic, which seriously restricts the development of animal husbandry in China. This kind of production at the expense of animal welfare has caused adverse physiological and psychological responses to the growth of poultry, resulted in outbreak of respiratory tract diseases and ascites, and reduced the production performance, economic benefits and product quality. In recent years, more countries have increasingly attached importance to animal welfare issues. In this paper, the evaluation indexes of broiler welfare were summarized and analyzed, which was aimed at providing theoretical guidance for the establishment of poultry welfare evaluation system in our country, improving the welfare level of broiler breeding and promoting the healthy development of animal husbandry.

Key words: broilers; welfare; evaluation indexes

---

*Corresponding author, associate professor, E-mail: sa6289@126.com

（责任编辑　李慧英）